

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-284509

(43)Date of publication of application : 09.10.1992

(51)Int.Cl.

G05B 19/407

G05B 19/18

G05B 19/415

(21)Application number : 03-049690

(71)Applicant : MATSUURA KIKAI SEISAKUSHO:KK  
YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.03.1991

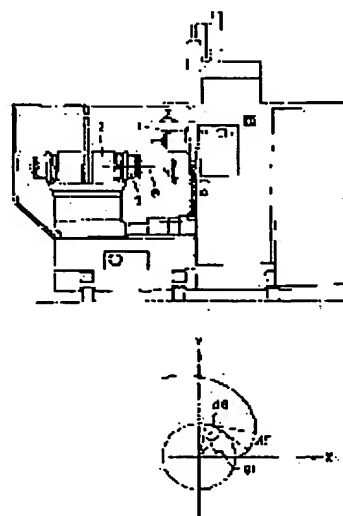
(72)Inventor : JIDO KEIJI  
HIRAGA YOSHIJI

## (54) WORKING METHOD FOR SCROLL VANE PART

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a working method for a scroll vane part by which it can be worked at high speed and by good forming precision by keeping the tangential velocity of an involute curve constant by changing the feed command of a program.

**CONSTITUTION:** A main spindle 1 to which a tool is attached and a circular table 2 to which a work is attached are provided. Then, in the case of the working of a scroll vane, it is worked by NC-controlling the axis of rotation (B-axis) of the circular table 2, the vertical direction of the main spindle 1, i.e., a straight line axis (Y-axis) passing through the center of the B-axis, and a perpendicular axis (Z-axis) of the main spindle 1 perpendicular to the plane of rotation of the circular table 2. Namely, the length S of the segment of the involute curve is equally divided into very small parts, and after the increment  $\Delta\theta$  of the involute central angle  $\gamma\theta$  in every small block  $\Delta S$  is determined, the increments of the axis of rotation B and the straight line axis Y are determined, and feed F is operated so that the tangential velocity (v) of the involute curve is kept constant. Accordingly, the highly precise scroll vane can be obtained at high speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-284509

(43) 公開日 平成4年(1992)10月9日

(51) Int. Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B	19/407	V	9064-3H	
	19/18	T	9064-3H	
	19/415	J	9064-3H	

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-49690

(22) 出願日 平成3年(1991)3月14日

(71) 出願人 000146087

株式会社松浦機械製作所

福岡県福井市漆原町1字沼1番地

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 慈道 圭司

福岡市漆原町1字沼1番地 株式会社松浦  
機械製作所内

(72) 発明者 平賀 義二

北九州市八幡西区大字藤田2346番地 株式  
会社安川電機製作所内

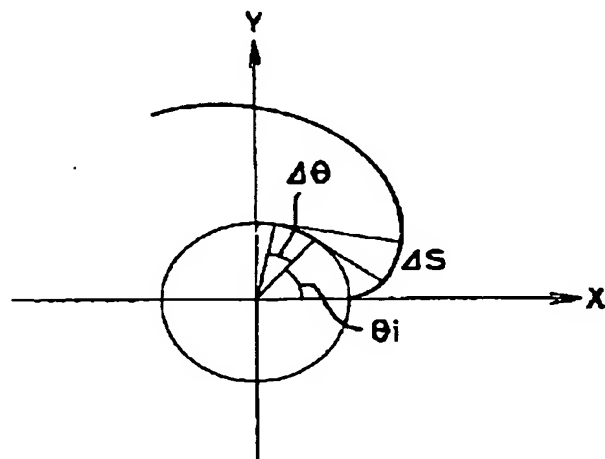
(74) 代理人 弁理士 伊藤 武久

(54) 【発明の名称】 スクロール羽根部の加工方法

(57) 【要約】

【目的】 スクロール羽根部を高速で高精度に加工する。

【構成】 インボリュート曲線の長さ  $S$  を  $\Delta S$  に等分割し、その各ブロックインボリュート中心角  $\gamma \theta$  の増分  $\Delta \theta$  から  $B$  軸と  $Y$  軸の増分を求めてインボリュート曲線の接線速度  $v$  を一定にするように送り  $F$  を求めて加工のプログラムとする。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ワークを支持する回転手段の回転軸と、工具を支持する主軸の前記回転軸を通る直線軸と回転面垂直な垂直軸とを数値制御して、ワークをスクロール羽根部の形状に加工するスクロール羽根部の加工方法において、スクロール羽根部のインボリュート曲線の長さを演算し、その長さを微少に等分割し、等分割した長さのインボリュート中心角における増分を求め、この増分角度から前記回転軸の角度増分と前記直線軸の長さ増分を求めて、インボリュート曲線の接線速度を等速で送るためプログラムの送り指令を変化させることを特徴とする加工方法。

【請求項2】請求項1に記載のスクロール羽根部の加工方法において、前記回転軸及び直線軸の目標位置と実際位置にプログラムの送り指令を変化させることで生ずる差に対し、回転軸及び直線軸が目標位置となる補正量を加えたプログラムの送り指令を変化させることを特徴とする加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、スクロール羽根部を加工する際、スクロール曲線の送りを開始点から終点まで等速で送るための加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】スクロール羽根は、コンプレッサ等利用されているが、近年では業務用の冷凍機から一般家庭用エアコンまで大幅にその需要が広がっている。従来、このスクロール羽根を製造する場合、マシニングセンタ等のX、Y軸を使用し、インボリュート曲線部を微少に分割して各ポイントを近似径で結び加工していた。

【0003】また、特開昭62-88507号公報には回転軸と直線軸を使用し、回転軸中心に基礎円中心を置き、基礎円の接線上に工具を動かして加工することが記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の加工方法では、前者の場合、X、Y軸で連続した円弧加工を行うため、X、Y軸の頂点でバックラッシュ等により形状精度を大きく損う。さらに微少分割が等角度で行われているため、スクロール内側では加工速度が遅くなり過ぎるという問題があった。

【0005】また、後者ではインボリュート曲線部のプログラムが1ブロックで簡単に作成できるが、1回転あたりの工具の送り量となる送り速度がスクロール内側へ行くに従い小さくなる。従って、インボリュート曲線の内側では面粗度が良いが外側では粗くなるという問題があった。

$$X=R(\cos\theta+\theta\sin\theta), \quad Y=R(\sin\theta+\theta\cos\theta) \quad \cdots\cdots\text{式1}$$

であたえられる。

【0016】次に、インボリュート曲線の長さSを求め

\*【0006】本発明は、上述した従来の問題を解消し、高速で加工でき、しかも形状精度のよいスクロール羽根部の加工方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は、次の如くである。

【0008】ワークを支持する回転手段の回転軸と、工具を支持する主軸の前記回転軸を通る直線軸と回転面垂直な垂直軸とを数値制御して、ワークをスクロール形状に加工するスクロール羽根部の加工方法において、スクロール羽根部のインボリュート曲線の長さを演算し、その長さを微少に等分割し、等分割した長さのインボリュート中心角における増分を求め、この増分角度から前記回転軸の角度増分と前記直線軸の長さ増分を求めて、インボリュート曲線の接線速度を等速で送るための送り速度を求めることを特徴とする加工方法。

【0009】請求項1に記載のスクロール羽根部の加工方法において、前記回転軸及び直線軸の指令位置と実際位置との補正量を求め、該補正量を加えて前記送り速度を求めることを特徴とする加工方法。

## 【0010】

【作用】上記構成によれば、インボリュート曲線の線分の長さを微少に等分割し、その各微少ブロックでのインボリュート中心角の増分を求めてから回転軸及び直線軸の増分を求め、インボリュート曲線の接線速度を等速にする送りを演算するので、高速で精度のよいスクロール羽根部が得られる。

## 【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に従って説明する。

【0012】図1は、本発明を実施するNC工作機械の側面図である。

【0013】図1において、符号1は工具（図示せず）を装着する主軸、2はチャックを介してワーク（図示せず）を装着する円テーブルである。この工作機械においてスクロール羽根を加工する場合、円テーブル2の回転軸（以下、B軸という。）と主軸1の上下方向、すなわちB軸の中心を通る直線軸（以下、Y軸という。）及び主軸1の円テーブル2の回転面に垂直な垂直軸（以下、Z軸という。）をNC制御することにより行い得る。

【0014】次に、本発明のスクロール加工のNC制御におけるプログラムデータ算出について説明する。

【0015】（イ）プログラムデータ：B軸Y軸の算出法

インボリュート曲線のXY座標は図2において、Rを基礎円半径、 $\theta$ をインボリュート中心角（rad）とする

と、  
 にはまず式1を $\theta$ で微分する。

## 【0017】

**THIS PAGE BLANK (USP)**

【数1】

$$\begin{aligned} dx &= R(-\sin\theta + \sin\theta + \theta \cos\theta) d\theta \\ &= R\theta \cos\theta d\theta \end{aligned}$$

 $dy = R\theta \sin\theta d\theta$  となり微少なインポリュート線分の長さ  $dS$  は

$$\begin{aligned} dS &= \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{(R\theta \cos\theta d\theta)^2 + (R\theta \sin\theta d\theta)^2} \\ &= \sqrt{(\cos^2\theta + \sin^2\theta)(R\theta d\theta)^2} \\ &= R\theta \cdot d\theta \end{aligned}$$

したがって

$$S = \int_{\theta_1}^{\theta_2} R\theta d\theta = \frac{R}{2} \theta^2 \quad \dots\dots\dots \text{式2}$$

【0018】ここで、インポリュート曲線の長さ  $S$  を微少に等分割し、その長さを  $\Delta S$  とすると、インポリュート中心角の増角分  $\Delta\theta$  を求めるには、図3に\*

\*示すように現在位置の中心角を  $\theta_i$  にあるとすると、

【0019】

【数2】

$$\begin{aligned} \Delta S &= \frac{R}{2} (\theta_i + \Delta\theta)^2 - \frac{R}{2} \theta_i^2 \\ &= R \cdot \Delta\theta \cdot \theta_i + \frac{R}{2} \cdot \Delta\theta^2 \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

 $\Delta\theta$  を求めると

$$\Delta\theta^2 + 2\theta_i \cdot \Delta\theta - \frac{2}{R} \Delta S = 0$$

$$\Delta\theta = -\theta_i \pm \sqrt{\theta_i^2 + \frac{2}{R} \Delta S} \quad \text{となる。}$$

$$\sqrt{\theta_i^2 + \frac{2}{R} \Delta S} = (\Delta\theta + \theta_i)$$

$$\therefore \Delta\theta = \sqrt{\theta_i^2 + \frac{2}{R} \Delta S} - \theta_i \quad \dots\dots\dots \text{式3}$$

【0020】次に、図4に示すように回転中心からインポリュート曲線までの距離  $l$  を求めると、

【0022】となる。

【0023】 $\Delta\theta$  変化時の  $l$  の変化分を  $\Delta l$  とすると、

【0021】

【0024】

【数3】

【数4】

$$l = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$l = R\sqrt{1 + \theta^2} \quad \text{となる。}$$

40

$$\begin{aligned} \Delta l &= R\sqrt{1 + (\theta_i + \Delta\theta)^2} - R\sqrt{1 + \theta_i^2} \\ &= R(\sqrt{1 + (\theta_i + \Delta\theta)^2} - \sqrt{1 + \theta_i^2}) \quad \dots\dots\dots \text{式4} \end{aligned}$$

【0025】式4より得られた  $\Delta l$  が加工プログラムY軸の値となる。回転軸Bのプログラムデータの算出は図5より

【0026】

【数5】

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



$$\omega_0 = \tan^{-1} \frac{y_0}{x_0}$$

$$\omega_1 = \tan^{-1} \frac{y_1}{x_1}$$

$$\therefore \Delta \omega = \omega_1 - \omega_0 \dots \dots \dots \text{式 5}$$

【0027】ここで、  
 $X_0 = R (\cos \theta_1 + \theta_1 \sin \theta_1)$   
 $Y_0 = R (\sin \theta_1 - \theta_1 \cos \theta_1)$   
 $X_1 = R (\cos (\theta_1 + \Delta \theta) + (\theta_1 + \Delta \theta) \sin (\theta_1 + \Delta \theta))$   
 $Y_1 = R (\sin (\theta_1 + \Delta \theta) + (\theta_1 + \Delta \theta) \cos (\theta_1 + \Delta \theta))$   
 である。

【0028】また、プログラム1ブロックあたりのインポリュート曲線変化量 $\Delta S$ は次式より求める。インポリュート曲線接線速度を $v$ とすると $v$ と $\Delta S$ の関係は  
 【0029】  
 【数6】

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$F \approx F_0 \text{ (deg/min)} = \frac{360 v \text{ (mm/min)}}{2 \cdot \pi \cdot l} \dots \dots \dots \text{式 7}$$

【0034】(イ)、(ロ)のより $\Delta S$ づつ変化した時のプログラムデータB軸-Y軸-送り(F)を求めインポリュートプログラムを作成する。

【0035】かくして、インポリュート曲線の長さ $S$ を微小に等分割し、その各ブロック毎のB軸の増分、Y軸の増分をプログラムデータとし、さらに各ブロック毎の送り(F)を計算してプログラムデータとするときにより、等速でスクロール羽根を加圧することができる。

【0036】ところで、上記(イ)、(ロ)により $\Delta S$ ずつ変化させB-Y-Fで加工した場合、図6のグラフに示すように送り速度Fが大きくなるにつれプログラム指令位置である目標位置Oと実際位置Qとにずれが生じてくる。これは、エラーパルス(たまり量)といい、ある速度での量は下記の式により求められる。

【0037】

【数8】

$$e_p = \frac{P P S}{K P}$$

【0038】 $e_p$ はエラーパルス、 $k_p$ は定数、PPSは速度である。

【0039】インポリュート曲線を精度よく加工するにはエラーパルスを補正したB軸及びY軸の指令値でプログラムデータを作る必要がある。そして、B軸の補正量

6

\*【0030】となる。

【0031】 $\Delta t$ は1ブロックのNCの最高演算処理時間となりNC装置により固定となる。 $v$ は加工に必要な工具送り速度で定数となる。

$\therefore \Delta S = v \cdot \Delta t \dots \dots \dots \text{式 6}$

以上よりインポリュート曲線を1ブロックづつ $\Delta S$ 変化させた時の $\Delta \omega$ (B軸データ) $\Delta l$ (Y軸データ)を求めプログラムを作成する。

【0032】(ロ)プログラムデータF(送り)の算出法

送りFは、直線軸Yの速度 $F_y$ と回転Bの送り $F_b$ との合成になる。 $F_y$ はmm/min、 $F_b$ はdeg/minとディメンションが異なるが、 $F_b$ に対して $F_y$ は非常に小さいためこれを無視することができる。(イ)での送り速度(接線方向の送り速度) $v$ を一定にするには、回転中心からの距離 $l$ から $F_b$ を求める。

【0033】

【数7】

20

$h_b$ は、 $\alpha$ をB軸の係数、 $e_{yb}$ をB軸のエラーパルスとすると、

$h_b = \alpha \cdot e_{yb}$

で得られる。

【0040】また、Y軸の補正量 $h_y$ は、 $\beta$ をY軸の係数、 $e_{ry}$ をY軸のエラーパルスとすると、

$h_y = \beta \cdot e_{ry}$

で得られる。

【0041】よって、B軸のプログラムデータを

$B = \Delta \omega + h_b$

Y軸のプログラムデータを

$Y = \Delta l + h_y$

で出力させることにより、図7に示すようにB軸、Y軸の送り速度Fのプログラム指令位置に対し補正量を加えた補正指令位置POにするので、実際位置を必要としている目標位置Oとほぼ一致させることができる。かくして、エラーパルスを補正することで極めて精度のよいスクロール羽根部の加工が可能となる。

【0042】

【発明の効果】上記構成によれば、本発明はスクロール羽根部のインポリュート曲線を等速で加工できるので、高速加工及び高精度の加工が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明を実施可能なNC工作機械の側面

THIS PAGE BLANK (USP) 17

7

8

図である。

【図2】図2はインポリュート曲線の補間を説明する図である。

【図3】図3はインポリュート曲線の補間を説明する図である。

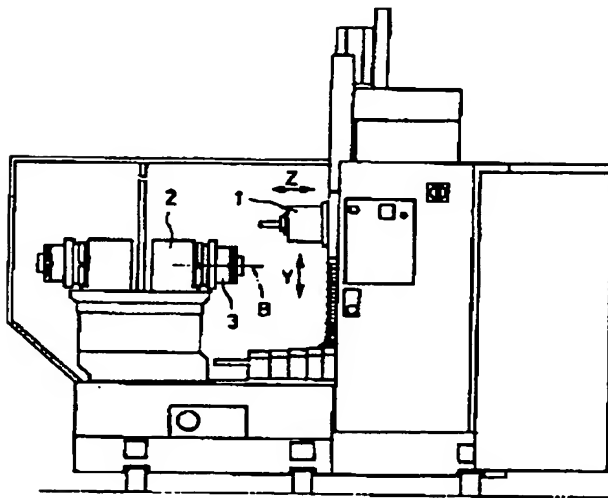
【図4】図4はインポリュート曲線の補間を説明する図である。

【図5】図5はインポリュート曲線の補間を説明する図である。

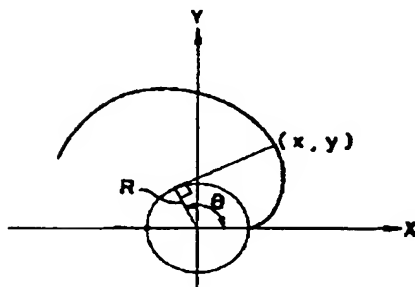
【図6】図6はインポリュート曲線の指令位置と実際位置との差を示すグラフである。

【図7】図7はインポリュート曲線の補正量を示すグラフである。

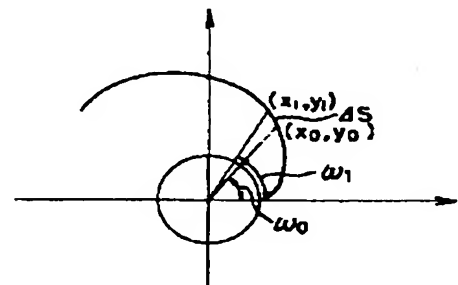
【図1】



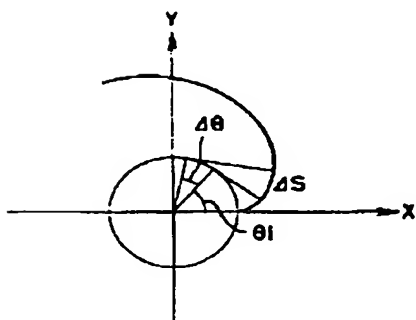
【図2】



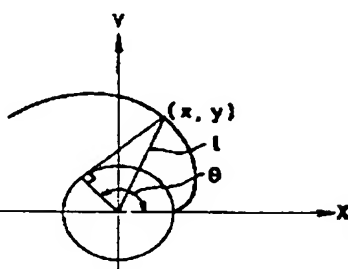
【図5】



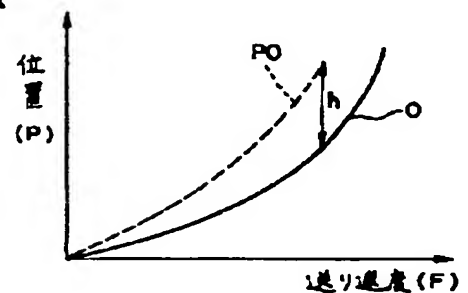
【図3】



【図4】



【図7】

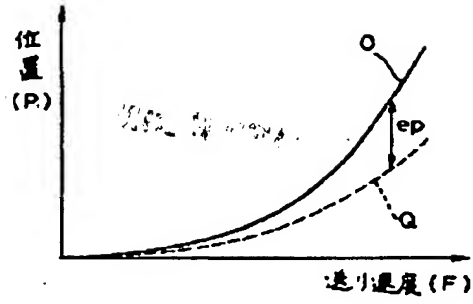


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(6)

特開平4-284509

【図6】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**